



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT

EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationale Klassifikation: B 01 d 13/00  
C 02 b 1/82

Gesuchsnummer: 4097/66

Anmeldungsdatum: 22. März 1966, 17¼ Uhr

Prioritäten: USA, 22. März 1965 und  
25. Februar 1966 (441 591, 529 993)

Patent erteilt: 31. Dezember 1970

Patentschrift veröffentlicht: 15. Februar 1971

s

## HAUPTPATENT

Gulf General Atomic Incorporated, San Diego (Cal., USA)

## Membranbaugruppe für eine Abscheidungsanlage

Glen Allen Newby, Del Mar, und Anthony Joseph Navoy, San Diego (Cal., USA), sind als Erfinder genannt worden

1 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Membranbaugruppe für eine zur Abscheidung einer Fluidumkomponente aus einer aus dieser Fluidumkomponente und aus einer zweiten Komponente bestehenden Mischung dienende Anlage sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Membranbaugruppe.

Es ist bekannt, zum Abscheiden von Komponenten aus verschiedenen Fluidumgemischen halbdurchlässige (semipermeable) Membranen zu verwenden. So werden beispielsweise halbdurchlässige Membranen verwendet, um Flüssigkeitskomponenten aus einem Gemisch aus mehreren Flüssigkeiten abzuscheiden, um Gaskomponenten aus einem Gemisch von mehreren Gasen abzuscheiden sowie um ein flüssiges Lösungsmittel aus einem aufgelösten Stoff abzuscheiden. Da in der letzten Zeit in der ganzen Welt das Trink-Wasser knapp wird, wurden große Anstrengungen unternommen, um insbesondere aus Meerwasser frisches Trink-Wasser herzustellen, wozu halbdurchlässige Membranen verwendet werden, die oft auch osmotische Umkehrmembranen genannt werden.

In letzter Zeit wurden halbdurchlässige Membranen entwickelt, die aus organischen polymeren Stoffen bestehen, wie z. B. Zelluloseazetat, welche sehr gute osmotische Eigenschaften für die Herstellung von Trink-Wasser aus Salzwasser gezeigt haben. Diese halbdurchlässigen Membranen werden manchmal als Zweischicht-Membranen bezeichnet, da sie eine sehr dünne aktive Oberflächenschicht zusammen mit einer dickeren porösen Schicht aufweisen. Diese Zweischicht-Membranen sowie die Verfahren zu ihrer Herstellung sind in den Bulletins PB166395 und PB181571 des Office of Saline Water of the United States Department of the Interior (US-Innenministeriums) näher beschrieben. Diese Bulletins können beim US-Handelsdepartement bezogen werden.

Zweck der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung einer Membranbaugruppe für eine zur Abscheidung einer Fluidumkomponente aus einer aus dieser Fluidumkomponente und aus einer zweiten Komponente be-

2 stehenden Mischung dienende Anlage, gekennzeichnet durch einen mit wenigstens einem axial verlaufenden Durchgang versehenen Dorn, eine Anzahl vom Dorn aus nach außen verlaufende Blätter aus derart porösem Material, daß sie einem Fluidumstrom einen Durchgang in ihren Ebenen und zum genannten axialen Durchgang des Dorns ermöglichen, ferner durch jeweils ein, wenigstens an der einen Seite jedes der porösen Blätter angeordnetes Blatt aus semipermeablem Membranmaterial, welches der ersten Fluidumkomponente den Durchtritt ermöglicht, der zweiten Komponente dagegen den Durchtritt versperrt, wobei die Gruppen aus jeweils einem der erstgenannten Blätter aus porösem Material zusammen mit dem damit verbundenen Blatt aus semipermeablem Membranmaterial sich überlappend spiralförmig nach außen verlaufend auf den Dorn aufgewickelt sind, und schließlich durch Mittel, welche zwischen benachbarten Spiralwindungen der genannten Blättergruppen Fluidumszufuhrdurchgänge bilden.

Das ebenfalls Gegenstand der Erfindung bildende Verfahren zur Herstellung einer solchen Membranbaugruppe zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, daß Segmente des Mitteldornes auf gegenüberliegenden Seiten jeder Schicht aus porösem Material an einer zwischen deren Enden liegenden Stelle derart angeordnet werden, daß aus der genannten Schicht zumindest zwei Blätter gebildet werden, die vor dem spiralförmigen Aufwickeln auf den Dorn im wesentlichen radial nach außen von dem segmentförmigen Dorn wegstehen, daß die einzelnen Segmente zur Bildung eines zusammengesetzten Dornes miteinander verbunden werden, und daß die Blätter sich überlappend spiralförmig auf den Dorn aufgewickelt werden.

Die Erfindungen werden im nachstehenden Teil der Beschreibung anhand von in der Zeichnung dargestellten Beispielen noch näher erläutert. In dieser Zeichnung zeigt:

Fig. 1 in perspektivischer Darstellung einen Abscheide- oder Trennapparat, von dem einige Teile weg-

gebrochen sind, mit einer Membranbaugruppe gemäß vorliegender Erfindung,

Fig. 2 eine Ansicht einer in der Herstellung begriffenen Membranbaugruppe, wie sie beispielsweise im Apparat nach Fig. 1 verwendet wird,

Fig. 3 eine perspektivische Teilansicht der Membranbaugruppe nach Fig. 2 mit einigen weiteren Fabrikationsdetails,

Fig. 4 einen Längsschnitt, rein schematisch, durch einen etwas abgeänderten Trennapparat, aus dem ebenfalls Einzelheiten der Erfindung hervorgehen,

Fig. 5 in perspektivischer Darstellung, teilweise auseinandergezogen, die beim Apparat nach Fig. 4 verwendete Membranbaugruppe, mit weggebrochenen Teilen,

Fig. 6 einen Horizontalschnitt, in vergrößertem Maßstab, entlang der Linie 6-6 von Fig. 5, mit den verschiedenen Membranschichten im Anfangsstadium der Herstellung der Membranbaugruppe,

Fig. 7 eine der Fig. 6 ähnliche Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels des zentralen Teils einer Membranbaugruppe,

Fig. 8 eine schematische Darstellung einer anderen Ausführungsform des Membranaufbaues, und zwar zeigt diese Ansicht insbesondere die Verfahrensschritte zur Herstellung einer Membranbaugruppe nach der vorliegenden Erfindung,

Fig. 9 eine den Fig. 6 und Fig. 7 ähnliche Ansicht, stark vergrößert und nur ausschnittsweise, der Membrananordnung nach Fig. 8,

Fig. 10 eine der Fig. 5 ähnliche perspektivische Darstellung, mit weggebrochenen Teilen, der Membranbaugruppe nach Fig. 8 und Fig. 9,

Fig. 11 einen Horizontalschnitt mit weggebrochenen Teilen einer weiteren Variante einer Membranbaugruppe,

Fig. 12 eine vergrößerte Teilansicht von Fig. 11,

Fig. 13 eine perspektivische Ansicht, teilweise auseinandergezogen und in verkleinertem Maßstab, der Konstruktion des Dornes nach Fig. 11 zusammen mit einem oberen Deckel und

Fig. 14 eine Ansicht einer Variante des in Fig. 13 gezeigten Dornes.

Die Fig. 1 zeigt eine Trenneinheit 10, welche eine verbesserte mehrblättrige Membranbaugruppe 14, im folgenden Membransatz genannt, eine Hochdruckumhüllung 18, welche den Membransatz aufnimmt, sowie eine Einrichtung 22 zur Wegfuhr des Fluidums aufweist.

Die Fig. 2 und 3 zeigen den verbesserten Membransatz 14 in größerem Maßstab im Anfangsstadium seiner Herstellung.

Der Membransatz 14 umfaßt einen zentralen Dorn 26, der als Wegführrohr dient. Eine Anzahl Membranpakete (Sandwiches), von denen aus Gründen der besseren Übersicht lediglich vier dargestellt sind, 30a, 30b, 30c und 30d, sind zwischen einer entsprechenden Anzahl Blättern oder Schichten aus porösem Material 34a, 34b, 34c und 34d angeordnet, wobei letztere auf geeignete Weise am zentralen Dorn 26 befestigt sind. Die Membranpakete 30a, 30b, 30c und 30d bestehen jedes aus einem Blatt aus semipermeablem, d. h. halbdurchlässigem Material 38a, 38b, 38c und 38d, welche auf sich selbst zurückgefaltet sind, und einem Blatt aus ebenfalls porösem, z. B. gitterartigem Material 44a, 44b, 44c und 44d, das zwischen den entsprechenden Falten angeordnet ist. Die Membranpakete 30a, 30b,

30c und 30d sind ursprünglich um den zentralen Dorn 26 herum angeordnet, und zwar mit gleichen Abständen untereinander, und stellen dabei ein Gebilde nach Fig. 2 dar.

Dann werden die Pakete dicht und spiralförmig auf den zentralen Dorn 26 aufgewunden.

Bei der Herstellung des Membransatzes 14 wird das eine Ende des Blattes aus dem porösen Versteifungs-Material 34a dicht um etwa die ganze Umfangsfläche des zentralen Dornes 26 aufgewunden. Das gegenüberliegende Ende des Blattes 34a steht zweckmäßig um einen bestimmten Betrag radial vom Dorn 26 ab. Das Membranpaket 30a, welches das umgefaltete Blatt 38a und das Blatt 44a umfaßt, wird neben dem radial nach außen abstehenden Teil des Blattes aus Versteifungsmaterial 34a angeordnet, und zwar so, daß sein geschlossenes Ende in Berührung mit dem um den Dorn 26 herumgewundenen Teil des porösen Versteifungsmaterials steht und sein Blatt 48a auf dem radial abstehenden Teil des Materials 34a anliegt. Der Dorn 26 wird zweckmäßig um einen bestimmten Betrag verdreht, so daß das Blatt 48a des Paketes 30a das Blatt 34a berührt. Eine fluidumsundurchlässige Dichtung wird entlang den äußeren Rändern 52, 53 der Berührungszone zwischen dem Blatt 48a des Paketes 30a und dem radial abstehenden Teil des Materials 34a vorgesehen, und zwar indem in diesen Zonen ein geeigneter Klebstoff aufgebracht wird. Diese Maßnahme dient dazu, eine Verbindung zwischen dem porösen Material und Lösungen auszuschließen, welche nicht vorgängig durch das semipermeable Material durchgedrungen sind, und dient ebenfalls dazu, für das gereinigte Produkt, z. B. Wasser, einen Durchgang durch das poröse Material zu bilden.

Das eine Ende des Blattes 34b wird zweckmäßig in Berührung mit demjenigen Teil des Blattes 34a gebracht, welcher um die Oberfläche des zentralen Dornes 26 gewunden ist. Das andere Ende des Blattes 34b steht radial nach außen vom Dorn ab. Das Blatt 34b wird dann in Berührung mit einem Blatt 48b des Paketes 30a gebracht. Eine fluidumsundurchlässige Dichtung wird dann zwischen dem Blatt 34b und dem Blatt 48b hergestellt, und zwar ähnlich derjenigen zwischen dem Blatt 48a und dem Blatt 34a mittels einer entsprechenden Anordnung eines ähnlichen Klebstoffes entlang den äußeren Kanten, wie in der Zeichnung gezeigt wird. Die gegenüberliegende Seite des Blattes 34b wird dann auf die eine Seite des Membranpaketes 30b aufgebracht. Diese Befestigung, die fluidumsundurchlässig ist, hindert Lösungen am Eindringen in das poröse Material, wenn sie vorher nicht durch das semipermeable Material durchgegangen sind, und dient gleichzeitig der Bildung eines Durchganges, durch welchen das durchgefilterte Fluidum durchströmen kann.

Das Paket 30 wird auf ähnliche Weise zwischen das Blatt 34c und das Blatt 34d eingeklebt. Das Paket 30d wird dann mit der einen Seite auf die freie Seite des Blattes 34d aufgeklebt und wird mit seiner gegenüberliegenden Seite auf das Blatt 34a aufgeklebt, wodurch dann sein Aufbau beendet ist und das Ganze auf den Dorn 26 aufgewunden werden kann. Auf diese Weise wird die gewünschte Anzahl Blätterpakete zusammengeklebt und um den zentralen Dorn aufgewunden.

Nachdem die Blätter des Paketes zusammengeklebt und um den zentralen Dorn aufgewunden sind, wird eine Lage Klebstoff entlang den äußeren Kanten jedes

der Blätter aus porösem Material 34a, 34b, 34c und 34d aufgebracht. Die auf diese Weise bewerkstelligte Dichtung vervollständigt die Umgebung des porösen Versteifungsmaterials innerhalb der dieses umgebenden halbdurchlässigen Membranblätter und verhindert eine direkte Verbindung zwischen dem porösen Material mit dem zugeführten Gemisch, welches nicht durch die Membranen hindurchgedrungen ist. Normalerweise wird dann dieser Membransatz noch mit einem Kunststoffband (nicht dargestellt), das um seine Seitenfläche gewunden wird, umgeben.

Jedes der semipermeablen Membranblätter zusammen mit dem ihm zugeteilten porösen Versteifungsmaterial bildet in Wirklichkeit eine getrennte Diffusionsbahn für das durchgedrungene Fluidum. Dank der Verwendung einer größeren Anzahl von Blättern aus porösem Material, ist im Membranansatz 14 eine relativ große Membranoberfläche vorhanden, während die mittlere Distanz, welche das durch ein bestimmtes Blatt aus semipermeablem Material durchgedrungene Fluidum durchlaufen muß, um den Längsdurchgang im Dorn 26 zu erreichen, relativ kurz gehalten ist.

Die Auswahl des halbdurchlässigen Membranmaterials hängt selbstverständlich vom Verwendungszweck des Trennapparates 10ab. Wenn ein gasförmiges Gemisch getrennt werden muß, wird eine geeignete halbdurchlässige Membrane gewählt, welche von der gewünschten Gaskomponente gut durchdrungen werden kann. Die Situation ist ähnlich, wenn eine Flüssigkeit von einem Gemisch aus mehreren Flüssigkeiten getrennt bzw. ausgeschieden werden muß. Für das Ausscheiden eines Lösungsmittels aus einer Lösung wird eine osmotische Membrane verwendet. Wenn beispielsweise Wasser aus einer wässrigen Salzlösung ausgeschieden werden soll, eignen sich die Zelluloseazetatmembranen, die in den oben erwähnten OSW-Bulletins beschrieben sind, besonders gut, und zwar wegen ihrer wirtschaftlichen Eigenschaften, da sie besondere salzabstoßende Eigenschaften aufweisen, während sie die vorerwähnten mittleren Durchfließgeschwindigkeiten ermöglichen.

Das poröse Versteifungsmaterial 34 besteht aus relativ dünnen Blättern eines Materials, welches genügend porös ist, damit ein beliebiges Fluidum in ihrer Ebene durchströmen kann, und das quer zu ihrer Ebene ausgeübt, relativ hohen Drücken leicht standhält, ohne zerstört oder anderweitig beschädigt zu werden. Selbstverständlich sollte das Material 34 genügend flexibel sein, so daß es ohne zu brechen spiralförmig aufgewunden werden kann. Wenn das poröse Material relativ hohen Drücken ausgesetzt wird und dabei zusammengepreßt wird, nimmt üblicherweise gleichzeitig auch seine Porosität stark ab. Ein solches Zusammenreffen und eine solche Reduktion der Porosität erhöht selbstverständlich den Widerstand des Materials 34 gegenüber einem durchströmenden Fluidum und reduziert dabei die mittlere Druckdifferenz zwischen gegenüberliegenden Seiten der halbdurchlässigen Membranen 38 und reduziert dabei natürlich den Wirkungsgrad des Apparates 10 unter ganz bestimmten Betriebsbedingungen. Graphitgewebe ist beispielsweise ein Material, welches sich sehr gut als Versteifungsmaterial eignet; wegen seines relativ hohen Preises ist es jedoch für bestimmte Anwendungen unwirtschaftlich. Silizium-Karbid-Kies mit geeigneten Abmessungen oder Sandkörner geeigneter Größe, welche auf die Oberseite einer Platte aus Kunststoff oder Filz mittels eines geeigneten Bindemittels aufgebracht sind, sind besonders dort ge-

eignet, wo hohe Drücke auftreten, z. B. wo der Zufuhrdruck 100 kg/cm<sup>2</sup> erreicht. Verschiedene Arten von Filzen aus Glasfasern, die in Form von dünnen flexiblen Platten hergestellt werden, eignen sich ebenfalls sehr gut als Versteifungsmaterial für bestimmte Trennprozesse.

Bei Anlagen, in welchen Drücke von nicht wesentlich höher als etwa 30 kg/cm<sup>2</sup> auftreten, können auch die verschiedensten synthetischen Fasermaterialien als Versteifungsmaterial 34 verwendet werden. Beispiele solcher synthetischen Materialien sind Nylon, Polyester, Rayon, Rayon-Viscose und Acryl-Fasern. Diese Fasern werden üblicherweise durch Wasser nicht beeinträchtigt und eignen sich demzufolge speziell zum Abscheiden von wässrigen Lösungen wie auch für Gase.

Dort, wo das Versteifungsmaterial 34 die Kanäle für das Fluidum bildet, welches durch die halbdurchlässigen Membranen durchgedrungen ist, und zu den axial verlaufenden Sammeldurchgängen führt, bildet das poröse bzw. gitterartige Material 44 die Durchgänge für das Zuführungsgemisch. Im Betrieb wird das Zuführungsgemisch durch das gitterförmige Material 44 hindurchgepumpt, und zwar etwa parallel zur Achse des Dornes 26 und somit etwa im rechten Winkel zur Strömung des bereits durchgefilterten Fluidums, welche Strömung normalerweise von der Seite her spiralförmig nach innen durch das Material 34 in den Längsdurchgang im zentralen Dorn führt. Das gitterförmige Material 44 wird zweckmäßig aus dünnen, sehr porösen und flexiblen Blättern hergestellt, welche leicht spiralförmig aufgewunden werden können. Da sich das gitterartige Material auf der Hochdruckseite der halbdurchlässigen Membrane 38 befindet, braucht es nicht speziell abgestützt zu werden, noch muß es speziell widerstandsfähig sein. Normalerweise kann ein relativ billiges Gewebe, z. B. Siebmateriale aus Polyäthylen, als gitterartiges Material 44 verwendet werden.

Der zentrale Dorn 26 hat normalerweise die Form eines selbsttragenden hohlen Rohres, welches auf seinem Umfang bzw. in seinem Mantel eine Anzahl beliebig verteilte Schlitzte oder Öffnungen 60 aufweist. Diese Schlitzte oder Öffnungen befinden sich innerhalb der Zone, in welcher das Versteifungsmaterial mittels Klebstoff auf den Dorn 26 aufgeklebt ist. Der Dorn 26 kann aus einem beliebigen, relativ korrosionsfesten Material hergestellt werden, das selbstverständlich von den vorkommenden, zu behandelnden Fluidumskomponenten nicht angegriffen werden soll. So kann beispielsweise zum Ausscheiden von frischem Wasser aus Salzwasser der Dorn 26 aus synthetischen Kunststoffmaterialien hergestellt werden, so z. B. aus Zellulosebutyrat oder einem extrudierten Acrylharz, wobei diese beiden Materialien gute Stabilität aufweisen.

Wie schon weiter oben erwähnt, ist das eine Ende des Versteifungsmaterials 34a um etwa den ganzen Umfang des Rohres 26 umgewunden, während die anderen Blätter des Versteifungsmaterials 34b, 34c und 34d in Berührung mit dieser ersten Windung angeordnet sind. Somit wird eine direkte Fluidumsverbindung zwischen den Schlitzten 60 und dem im Versteifungsmaterial vorhandenen Fluidum geschaffen. Diese erlaubt dem diffundierten Fluidum in das hohle Innere des Rohres 26 zu strömen, von wo es dann auf geeignete Weise entfernt werden kann. Das Rohr 26 wird an seinem oberen Ende durch einen Zapfen 64 fest und dicht verschlossen, so daß ein Fluidum, welches ins Innere geleitet wurde, zum anderen Ende strömen muß, und zugeführ-

tes Fluidum, z. B. Wasser, nicht ins Innere des Rohres dringen kann.

Die Wahl der hier verwendeten speziellen Klebstoffe hängt natürlich von der Art der verwendeten halbdurchlässigen Membranen ab. Normalerweise, und insbesondere wenn Membranen aus Zelluloseazetat verwendet werden, eignet sich ein modifiziertes Epoxyharz besonders gut als Klebstoff, um die Ränder der halbdurchlässigen Membranen 38 und die Blätter aus porösem Material 34 zusammenzukleben, so daß kein Zuführungsgemisch in die erwähnten Durchgänge hineingelangen kann.

Die Hochdruckumhüllung 18 kann aus jedem beliebigen korrosionsfesten Material bestehen, welches natürlich von dem zu behandelnden Zuführungsgemisch nicht angegriffen werden kann. Als Beispiele für geeignete Materialien seien genannt Kupfer, ummantelter Weichstahl, rostfreier Stahl, glasfaserverstärktes Epoxyharz und Polyvinylchlorid. Die Umhüllung 18 besteht aus einem zylindrischen äußeren Mantel 68, an dessen oberem Ende ein Deckel 70 vorgesehen ist und an dessen unterem Ende ein Flansch 72 befestigt ist. Der Deckel 70 und der Flansch 72 werden am Mantel zweckmäßig durch Lötten, Schweißen oder dergleichen befestigt. Ein Zuführ-Einlaßrohr 74 ist in einer zentralen Öffnung im Deckel 70 angeordnet, und ein seitwärts wegführendes Auslaßrohr 76 ist neben dem Flansch 72 im Mantel 68 angeordnet.

Der Innendurchmesser der Umhüllung 18 entspricht etwa dem Außendurchmesser des Membransatzes 14. Auf diese Weise wird oft ein genügend enger Sitz zwischen dem Membransatz 14 und der Innenwand der Umhüllung 18 geschaffen, so daß sich weitere Abdichtungen erübrigen. Manchmal ist es jedoch notwendig, zusätzliche Dichtungen vorzusehen, indem in einer geeigneten Zone des Membransatzes 14 mehrere Windungen eines relativ dünnen Kunststoffbandes (nicht dargestellt) angeordnet werden, um so ein Dichtungsband zu bilden. Sollte das Spiel zwischen dem Außendurchmesser des Membransatzes 14 und dem Innendurchmesser der Umhüllung 18 so sein, daß die oben beschriebene Abdichtungsart nicht mehr genügt, wird ein mit Nuten versehener Ring 80 in einer geeigneten Zone auf den Mantel des Membransatzes 14 angeordnet und damit die Dichtung bzw. Abdichtung hergestellt. Der Ring 80 kann auf den Membransatz 14 aufgeklebt werden, und zwar mittels eines geeigneten Materials, z. B. eines Silikon-Klebers. Ein O-Ring 82 wird in der im Ring 80 vorgesehenen Nute untergebracht, um auf diese Weise eine sichere Abdichtung zu gewährleisten.

Durch die obengenannte Abdichtung wird der Trennapparat in ein Zuführabteil 84 und ein Trennabteil 86 unterteilt. Das zu behandelnde Fluidumgemisch wird durch das Einlaßrohr 74 zugeführt und strömt aus dem Zuführabteil 84 durch die von gitterförmigem Material 44 gebildeten Durchgänge in das Trennabteil 86.

Der in Fig. 1 dargestellte Trennapparat umfaßt ferner eine Einrichtung zum Wegführen des ausgeschiedenen Produktes, mit 22 bezeichnet, welche aus einer kreisförmigen Platte besteht, in der ein Nippel vorgesehen ist, welcher durch diese Platte hindurchführt, und an dessen unterem Ende eine Auslaßleitung 94 angeschlossen ist. Ein Verbindungsorgan 96, z. B. ein Stück eines Gummirohres, ist über dem oberen Ende des Nippels 92 und dem unteren Ende des Dornes 26

angeordnet, um eine direkte Verbindung zwischen dem Längsdurchgang in dem Dorn 26 und der Auslaßleitung 94 zu schaffen. Die Wegführeinrichtung 22 wird zweckmäßig am Flansch 72 befestigt, und zwar mittels einer Anzahl Schrauben 100. Ein Dichtungsring 102 wird zwischen den Flanschen 72 und der Platte 90 angeordnet, um eine fluidundichte Abdichtung zu bilden.

Obwohl der Trennapparat 10 zur Behandlung von verschiedenen Zuführungsgemischen verwendet werden kann, und zwar je nach den verwendeten halbdurchlässigen Membranen, eignet er sich besonders gut zur Behandlung von wäßrigen Lösungen, so z. B. von Meer- oder Brackwasser; die Arbeitsweise dieses Apparates wird nachstehend kurz für die Behandlung von Meerwasser beschrieben. Meerwasser wird in das obere Ende der Umhüllung 18 zugeführt, und zwar über die Einlaßleitung 74, und fließt dann nach unten durch die verschiedenen Spiralwindungen des gitterartigen Materials 44. Nachdem es durch den Membransatz 14 ganz nach unten gelangt ist, hat es einen Teil des Wassergehaltes verloren und weist demzufolge einen höheren Salzgehalt auf. Dieses einen höheren Salzgehalt aufweisende Meerwasser wird durch die Auslaßleitung 76 weggeführt.

Da beim Ausscheiden von frischem Wasser aus dem Meerwasser der Druck über dem osmotischen Druck der verwendeten halbdurchlässigen Membrane liegt, wird eine geeignete Pumpe (nicht dargestellt) verwendet, um das Meerwasser in den Trennapparat 10 hineinzupumpen. Entsprechend ist ein geeignetes, einstellbares Druckregulierventil (nicht dargestellt) in der Auslaßleitung 76 vorgesehen, so daß der gewünschte Druck durch den gesamten Membransatz 14 hindurch aufrechterhalten werden kann. Zweckmäßig wird die Pumpe derart eingestellt, daß sie die Zuführungsmischung in einem relativ turbulenten Strom durch den Trennapparat 10 hindurchführt, so daß, wenn eine Lösung wie z. B. Meerwasser verwendet wird, die Salzkonzentration in der Grenzschicht des Stromes in der Nähe der Membrane 38 minimal ist.

Die halbdurchlässigen Membranen 38 erlauben dem Wasser durch sie hindurchzudiffundieren, und zwar in das poröse Material 34 hinein, wo es spiralförmig nach innen strömt, bis es den Längsdurchgang im zentral angeordneten Dorn 26 erreicht. Selbstverständlich erfährt das Wasser, wenn es durch die Blätter des porösen Materials spiralförmig nach innen strömt, einen Druckabfall. Dieser Druckabfall ist normalerweise proportional dem Quadrat der Distanz, die das Wasser zurücklegen muß, und umgekehrt proportional dem Quadrat des wirksamen hydraulischen Durchmessers der Poren im porösen Material, und zwar so lange, als der volumetrische Durchfluß pro Flächeneinheit der Membrane im wesentlichen konstant bleibt. Es ist somit wünschenswert, ein poröses Versteifungsmaterial 34 vorzusehen, das relativ große Poren aufweist, um damit den Druckabfall auf ein Minimum zu beschränken. Da jedoch das poröse Material auch dazu dient, die halbdurchlässigen Membranblätter abzustützen, können die Poren nicht so groß sein, damit die Membrane 38 in diese Poren hineingepreßt werden kann. Die Verwendung einer größeren Anzahl von Blättern aus porösem Material verkürzt die mittlere Distanz, welche die abgetrennte Fluidumkomponente durchlaufen muß, um den Längsdurchgang im zentral angeordneten Dorn 26 zu erreichen.

Bei Bedarf können auch mehr als ein Membransatz 64 in ein und demselben Trennapparat 10 verwendet werden, indem der obere Teil des zentralen Dornes 26 des unteren Membransatzes an den unteren Teil des zentralen Dornes 26 des oberen Membransatzes angeschlossen wird. Diese Anordnung ist vor allem dort von Interesse, wo die Gesamthöhe des Trennapparates 10 die Breite der halbdurchlässigen Membranblätter 38, welche auf herkömmliche Art hergestellt werden können, stark überschreitet, so daß Blätter mit einer Breite, welche etwa der Hälfte oder weniger der Höhe des Apparates 10 entsprechen, verwendet werden können.

Es kann manchmal auch vorteilhaft sein, eine Anzahl Membransätze 14 parallel zueinander in einem einzigen, geeigneten druckdichten Gehäuse unterzubringen. Bei einer solchen Anordnung werden die offenen Enden der Dorne an eine geeignete Leitung angeschlossen, und in der druckdichten Umhüllung wird eine geeignete Trennwand angeordnet, durch welche sich die oberen Enden der Membransätze 14 in ein gemeinsames Zuführabteil hineinerstrecken. So können beispielsweise zwei Einheiten in Serie verwendet werden, und zwar auf Wunsch in einer einzigen Umhüllung, um eine weitere Trennung vorzunehmen, indem das Produkt der ersten Einheit der zweiten Einheit als Zuführungsmisch zugeführt wird.

Die einzelnen, mehrblättrigen Membransätze 14 können vorfabriziert werden, und somit werden die Verbindungen zwischen einer Anzahl Einheiten, wie sie beispielsweise in einer Entsalzungsanlage vorkommen können, zweckmäßig so angeordnet, um das periodische Abstellen von einzelnen Einheiten zu erleichtern, ohne dabei den Betrieb der übrigen Einheiten zu stören. Beim Abstellen solcher einzelnen Einheiten können beispielsweise die Membransätze ausgetauscht werden. Eine solche Anordnung ist wünschenswert, da die Lebensdauer der Membransätze nicht unbeschränkt ist und einzelne Membransätze daher von Zeit zu Zeit ausgetauscht werden müssen. Die heutige Bauweise von Apparaten erlaubt die einzelnen Membransätze ohne weiteres auszuwechseln. Eine Entsalzungsanlage der hier beschriebenen Art, welche Membransätze gemäß der Erfindung verwendet, sollte nur geringe Unterhaltskosten erforderlich machen, da vor allem die Verwendung von vorfabrizierten Membransätzen die Auswechslungskosten für solche Membransätze stark herabsetzen sollte. Auch wenn nur eine einzelne Trenneinheit infolge Versagens eines Membransatzes ausgeschaltet wird, braucht nicht die ganze Anlage stillgesetzt zu werden, um den defekten Membransatz auszuwechseln.

Im folgenden werden einige Varianten des weiter oben beschriebenen Membransatzes beschrieben. Eines der Merkmale dieser Membransätze ist, daß die einen Durchgang bildenden, porösen Blätter sich in den länglichen Durchgang im Dorn hineinerstrecken, um auf diese Weise eine gute Fluidumverbindung zwischen diesem Längsdurchgang und den normalerweise radial oder spiralförmig abstehenden Strömungsdurchgängen zu bilden.

Vom Standpunkt der Herstellung aus gesehen, haben diese Varianten der Membransätze noch verschiedene andere wirtschaftliche Vorteile.

Fig. 4 zeigt einen Trennapparat 110, der im wesentlichen gleich ausgebildet ist wie der Trennapparat 10. Die Baumaterialien können die gleichen sein wie jene für den Apparat 10, und aus diesem Grunde brauchen

sie hier nicht mehr weiter beschrieben zu werden. Der Trennapparat 110 besitzt eine Hochdruckkammer 111, die zylindrische Form aufweist und die aus einer äußeren Hülle 112 mit einem an ihrem oberen Ende befestigten Deckel 113, einem Membransatz 114, der im Innern der Kammer 111 untergebracht ist, und einer Vorrichtung 122 zur Wegfuhr des Fluidums besteht, wobei letzteres sich am unteren Ende der Kammer 111 befindet. Der Deckel 113 besitzt einen Einlaß 115, durch welchen das Zuführungsmisch in die Kammer 111 eingeführt wird. Ein seitliches Auslaßrohr 124 erlaubt dem Zuführungsmisch, nachdem es durch den Membransatz 114 hindurchgeströmt ist, die Kammer 11 zu verlassen.

Der hohle zylindrische Mantel 112 ist mit einem Umfangsflansch 116 versehen, und zwar an seinem unteren Ende, mittels welchem er an der Fluidum-Wegfuhrvorrichtung 122 befestigt ist. Die Vorrichtung zum Wegführen des Fluidums besteht aus einer kreisförmigen Platte 117, in deren Mitte ein Rohr 118 durch eine zentrale Bohrung hindurchführt. Ein Kupplungsring 150, z. B. ein Stück eines Kunststoffrohres, verbindet das obere Ende des Rohres 118 mit dem Membransatz 114 in der bereits weiter oben beschriebenen Weise. Es sind ebenfalls Mittel vorgesehen, um die Kammer abzudichten. Eine dieser Anordnungen verwendet beispielsweise Schrauben 121, um den unteren Flansch 116 an die kreisförmige Platte 117 anzuschließen, und ein geeigneter Dichtungsring (nicht dargestellt) kann verwendet werden, um eine fluidumsundurchlässige Dichtung herzustellen.

Der Membransatz 114 weist normalerweise einen zentralen Dorn 126 auf, in dem eine Längsbohrung 125 vorgesehen ist. Wie am besten aus Fig. 5 und 6 hervorgeht, besteht der Membransatz 114 aus einer Anzahl Blättern oder Schichten aus porösem Material 134, einer Anzahl halbdurchlässigen Membranblättern 138 und einer Anzahl Blättern aus gitterartigem Material 144. Beim gezeigten Beispiel sind zwei Blätter aus porösem Material 134 verwendet worden, wobei beide in den zentral angeordneten Dorn 126 hinein und wieder aus diesem herausführen und dabei die darin vorgesehene Längsbohrung 125 durchqueren. Jedes Blatt aus porösem Material 134 ist im Dorn 126 an einer Stelle angeordnet, die zwischen den Enden des Blattes liegt, und zwar normalerweise in der Mitte des Blattes, um so zwei Blätter von etwa gleicher Länge zu bilden. Beim gezeigten Beispiel sind vier Blätter, nämlich 134a, 134b, 134c und 134d, verwendet. Selbstverständlich kann auch eine kleinere Anzahl, z. B. nur zwei Blätter, oder eine größere Anzahl, z. B. 10 oder 12 oder 20 Blätter, ebenfalls verwendet werden.

Jedes der Blätter aus porösem Material 134 ist zwischen zwei daraufliegenden halbdurchlässigen Membranblättern 138 eingeschlossen. Aus dem gezeigten Beispiel geht hervor, daß sich die halbdurchlässige Membrane 138 über die ganze Länge der Blätter aus porösem Material 134 erstreckt, und zwar auch in jenem Abschnitt des porösen Materials 134, welcher im Innern des Dornes 126, d. h. in der Längsbohrung 125 desselben, liegt. Diese spezielle Anordnung erleichtert die wirtschaftliche Herstellung der Blätter aus porösem Material 134 und der halbdurchlässigen Membrane 138 in dreischichtigen Gruppen oder Paketen. Es ist offensichtlich, daß die halbdurchlässige Membrane 138 entlang der Zone, in welcher letztere im Innern des Dornes

angecordnet ist, weggesechnitten werden könnte, um auf diese Weise den Übergang des Fluidums von den Strömungsdurchgängen, welche vom porösen Material aus gebildet sind, in die axiale Sammelbohrung 125 im Innern des Dornes 126 zu erleichtern. Aus Herstellungsgründen ist es jedoch einfacher, eine Anzahl Löcher 140 in dem im Innern des Dornes liegenden Abschnitt des dreischichtigen Gebildes vorzusehen, da eine solche Operation wesentlich einfacher auszuführen ist als das Wegschneiden der entsprechenden Stellen der Membrane.

Wie am besten aus Fig. 5 hervorgeht, sind die drei Kanten jedes Blattes aus porösem Material zwischen zwei Kanten von daraufliegenden halbdurchlässigen Membranen 138 eingeklebt. Die Verbindung wird auf einfache Weise dadurch hergestellt, daß eine genügende Menge eines gleitenden Klebstoffes auf die drei Kanten 130, 131 und 132 aufgetragen wird, um so eine Abdichtung zu bilden, um dafür zu sorgen, daß kein Fluidum an den Rändern des porösen Materials 134 eindringen kann und daß dieses Fluidum daher durch die halbdurchlässige Membrane 138 durchgehen muß, bevor es die im porösen Material vorgesehenen Durchgänge erreichen kann. Bei der Massenherstellung wird dieser Klebstoff zweckmäßig aufgetragen, bevor das dreischichtige Gebilde am Dorn 26 befestigt wird; selbstverständlich kann der Klebstoff jedoch auch nach dem Anbringen bzw. Zusammenstellen der Membrane (Fig. 3) eingebracht werden.

Zwischen jedem dreischichtigen Blatt ist ein Blatt aus gitterförmigem Material 44 angeordnet. Dieses gitterförmige Material, wenn es in den aufgewundenen Membransatz 114 eingebaut ist, bildet Zufuhrdurchgänge zwischen benachbarten Spiralwindungen von benachbarten dreischichtigen Blättern. Der innerste Rand von jedem Blatt aus gitterförmigem Material 44 ist vorzugsweise auf geeignete Art auf die Wand des Dornes 126 aufgeklebt, um so ein spiralförmiges Aufwinden des Membransatzes zu erleichtern. Bei dem in Fig. 6 gezeigten Beispiel sind vier Blätter aus gitterförmigem Material 144 vorgesehen, und zwar jeweils eines auf jedem der vier dreischichtigen Blätter. Die oberen und unteren Ränder der gitterförmigen Blätter 144 sind vollständig offen, um auf diese Weise einem Fluidum den freien Durchgang durch diese Blätter zu erleichtern.

Beim spiralförmig aufgewundenen Membransatz 114 wird das Zufüßrgemisch in den oberen Teil des Apparates 110 eingeführt und kann nur in die oberen Ränder der gitterförmigen Blätter 144 eindringen, da die Klebstoffverbindungen jegliches Eindringen in die dreischichtigen Blätter bzw. Pakete der halbdurchlässigen Membrane 138 und des porösen Materials 134 verhindern. Das Zufüßrgemisch, welches an den oberen Rändern in die Blätter 144 eindringt, strömt in letzteren normalerweise nach unten, und zwar parallel zur Achse des zentral angeordneten Dornes 126, und verläßt die genannten Blätter durch ihre unteren Ränder, um schließlich den Trennapparat 110 über die Auslaßleitung 124 zu verlassen. Da im spiralförmig aufgewundenen Membransatz 114 jedes Blatt aus gitterförmigem Material 144 zwischen zwei halbdurchlässigen Membranblättern 138 liegt, wird das eintretende zugeführte Fluidumgemisch über die gesamte Oberfläche aller auch halbdurchlässigen Membranblätter 138 geleitet.

Bei dem in Fig. 5 und 6 gezeigten Beispiel könnte der zentral angeordnete Dorn 126 aus einem Rohr von

geeigneter Länge, Durchmesser und Wanddicke hergestellt werden, welcher dann geschlitzt würde, um vier Schlitze von geeigneter, sich nach unten erstreckender Breite zu bilden, und zwar müßte die Tiefe dieser Schlitze etwas größer sein als die Dicke oder Breite der Blätter aus porösem Material 134 und der halbdurchlässigen Membrane 138. In diesem Fall könnten die dreischichtigen Pakete auf einfache Weise durch das aufgeschlitzte Rohr durchgeführt werden, beispielsweise vom offenen Ende her. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß die Massenproduktion der Membransätze 114 dadurch erleichtert wird, daß anstelle eines einzelnen Rohres mit darin vorgesehenen Schlitzen eine Anzahl einzelne Dornsegmente 142 verwendet werden (die in Fig. 5 und 6 als Abschnitte eines einzelnen Rohres dargestellt sind). Die Dornsegmente 142 sind in der gewünschten Stellung zusammen mit den Blättern aus porösem Material angeordnet und teilen dabei jedes Blatt in zwei einzelne Blätter auf. Durch festes Zusammenhalten bzw. Zusammenpressen der Dornsegmente 142, und zwar am oberen wie auch am unteren Ende, wird ein stabiler, fester, zentraler Dorn 126 gebildet, um den herum eine Anzahl Blätter aufgewunden werden kann, um auf diese Weise den Membransatz 114 zu bilden. Beim gezeigten Beispiel wird ein oberer Deckel 146 verwendet, in dem eine nach oben ragende ringförmige Rille 148 vorgesehen ist, in welcher letztere die oberen Enden der Dornsegmente 142 eingepaßt werden. Der Kupplungsring 150 verbindet die Dornsegmente 142 miteinander, und zwar an ihren unteren Enden direkt nach den unteren Rändern 132 der mehrschichtigen Blätterpakete.

Die untersten Teilstücke der Enden der Dornsegmente 142 erstrecken sich in den Kupplungsring 150 hinein, welcher sich vom Boden des Membransatzes 114 aus bis etwa an eine Stelle, wo das Auslaßrohr an die Dornsegmente 142 anstößt, erstreckt, und zwar vorteilhafterweise bis er auf die kreisförmige Platte 117 auftrifft. Es kann jegliche geeignete Maßnahme getroffen werden, um eine gute Abdichtung zwischen dem Kupplungsring 150 und dem Auslaßrohr 118 zu bilden, z. B. ein üblicher O-Ring 160, welcher an einer Stelle unterhalb der Verbindung mit der Dornauslaßleitung liegt, wie beispielsweise Fig. 4 zeigt. Zusätzliche Dichtungsmittel, wie beispielsweise Abdichtungsbänder, können ebenfalls verwendet werden. Somit ist die Längsbohrung 125 durch den zentral angeordneten Dorn 126 in direkter Verbindung mit dem Auslaßrohr 118.

Nachdem der Membransatz spiralförmig aufgewunden ist, kann eine äußere Hülle aus dünnem Kunststoffmaterial um diesen herum angeordnet werden, um auf diese Weise den Membransatz 114 wie weiter oben beschrieben in der aufgewundenen Lage festzuhalten. Es wird eine gute Abdichtung zwischen der äußeren Seitenwand des Membransatzes 114 und der inneren Seitenwand der Umhüllung 112 gebildet, wie weiter oben mit Bezug auf den Membransatz 114 erläutert wurde, um auf diese Weise zu verhindern, daß das Zufüßrgemisch den Membransatz umgehen kann. Der obere Deckel 146 und der untere Kupplungsring 150 werden zweckmäßig am zentral angeordneten Dorn 126 befestigt bzw. angeklebt, damit auch hier kein Zufüßrgemisch durchdringen kann.

Fig. 7 zeigt eine Variante der Anordnung der Membranblätter für einen Membransatz 214, wobei hier wiederum gleiche Teile mit gleichen Nummern wie in Fig. 6 dargestellt sind, mit Ausnahme der ersten Zahl,



welche hier eine 2 ist. Der Membransatz 214 besteht aus einem zentral angeordneten Dorn 226, in dem ein länglicher Durchgang 225 vorgesehen ist. Der Membransatz 214 umfaßt ferner eine Anzahl Blätter aus porösem Material 234, eine Anzahl halbdurchlässiger Membranblätter 238 und eine Anzahl Blätter eines gitterartigen Materials oder Trenngitters 244. Beim gezeigten Beispiel sind zwei Blätter aus porösem Material 234 verwendet, wobei beide in und wieder aus dem zentral angeordneten Dorn 226 dringen und dabei den Längsdurchgang 225 durchqueren. Jedes Blatt 234 ist an einer Stelle im Dorn 226 angeordnet, welche zwischen den Längsenden des Blattes liegt, und zwar normalerweise in der Mitte jedes Blattes, um auf diese Weise zwei Blätter mit gleicher Länge zu bilden. Beim gezeigten Beispiel sind vier Blätter 234a, 234b, 234c und 234d verwendet. Eine geringere oder größere Anzahl Blätter 234 kann selbstverständlich ebenfalls verwendet werden. So können beispielsweise zwei Paare Blätter 234 zusammen mit einem Dorn, der ähnlich dem Dorn 126 nach Fig. 6 ausgebildet ist, verwendet werden.

Zwischen jedem der Blätter 234 ist ein halbdurchlässiges Membranblatt 238 angeordnet, welches so gefaltet ist, um zwei halbdurchlässige Membranblätter zu bilden. Zwischen den von jedem Blatt gebildeten zwei halbdurchlässigen Membranblättern 238 ist ein Blatt aus gitterförmigem Material 244 angeordnet. Wie beim Membransatz 114 sind die Ränder jedes Blattes 234 über den größten Teil ihrer Länge zwischen die beiden benachbarten halbdurchlässigen Membranen 238 eingeklebt. Beim gezeigten Beispiel sind die halbdurchlässigen Membranblätter, welche zu beiden Seiten von jedem Blatt 234 liegen, Teile von verschiedenen gefalteten Blättern 238 aus halbdurchlässigem Membranmaterial.

Wie beim Membransatz 114 wird die Verbindung auf einfache Weise durch Anbringen einer genügenden Menge eines geeigneten Klebstoffes auf die oberen, unteren und äußeren Ränder der Membranen und des porösen Versteifungsmaterials bewerkstelligt, um auf diese Weise zu garantieren, daß kein Fluidum durch die Ränder der Blätter aus porösem Material eindringen kann. Somit muß ein Fluidum durch die halbdurchlässige Membrane 238 dringen, bevor es die im Material 234 vorgesehenen Durchflußdurchgänge erreichen kann. Im zuletzt spiralförmig aufgewundenen Membransatz 214 leiten die Blätter des gitterförmigen Materials das zugeführte Fluidumgemisch auf die Oberflächen der zwei Blätter, welche von dem auf sich selbst zurückgefalteten Membranblatt gebildet sind.

Auch bei der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform kann der Dorn 226 aus einem Rohr mit geeigneten Abmessungen dargestellt werden, welches geschlitzt wird, um einen diametralen Schlitz zu bilden, durch welchen die zwei Blätter aus porösem Material 234 geführt werden können. Um eine Massenproduktion des Membransatzes 214 zu erleichtern, ist es jedoch zweckmäßig, eine Anzahl Dornsegmente 242 zu verwenden (beim gezeigten Beispiel werden zwei Segmente 242 verwendet, welche annähernd zwei Rohrhälften bilden). Nachdem sie um die zwei Blätter 234 angeordnet sind, werden die zwei gebogenen Dornsegmente 242 am oberen und unteren Ende zusammengeklebt, und zwar auf ähnliche Weise, wie bereits im Zusammenhang mit dem in Fig. 4-6 beschriebenen Membransatz 114 erläutert wurde. Nachdem die Segmente zwecks Bildung eines ganzen Dorns 226 zusammengeklemmt wurden,

werden die verschiedenen von letzteren abstehenden Blätter spiralförmig um den Dorn aufgewunden, um auf die bereits beschriebene Weise den fertigen Membransatz zu bilden.

In den Fig. 8-10 ist eine weitere Variante eines Membransatzes dargestellt, zusammen mit einer schematischen Darstellung eines Verfahrens zur Herstellung eines solchen Membransatzes. Auch hier werden für die bereits beschriebenen Teile wieder gleiche Überweisungszeichen verwendet, mit der Ausnahme, daß die erste Ziffer nun eine 3 ist.

In Fig. 9 ist ein Membransatz 314 gezeigt, welcher einen Dorn 326 aufweist, der aus einer Anzahl Dornsegmente 342 aufgebaut ist. Die einzelnen Dornsegmente werden von im Querschnitt dreieckigen Rohren gebildet. Die Rohrsegmente 342 haben poröse Seitenwände und können aus jedem beliebigen porösen Material gebildet sein, so beispielsweise aus gesintertem Metall oder aus synthetischem Kunststoffschäum. Beim gezeigten Beispiel bestehen die rohrförmigen Segmente aus synthetischem Kunststoff, und die Porosität wird durch das Anbringen von Löchern 347 in wenigstens den beiden inneren Seitenwänden erzielt. Der Längsdurchgang 325 des ganzen Dornes wird hier durch die Hohlräume im Innern der rohrförmigen Segmente 342 gebildet, zwischen die einzelnen Dornsegmente 342 eingeführt, und somit, in und aus dem ganzen Dorn 326 führend, und zwar an verschiedenen Stellen, entsteht ein fünfschichtiges Paket oder Gruppe, welche aus einem mittleren Blatt oder Schicht aus gitterförmigem Material 344 besteht, welche beidseitig durch je zwei halbdurchlässige Membranblätter 338 bedeckt ist, und zwar zusammen mit darüber oder darunterliegenden Blättern oder Schichten aus porösem Material 334. Wie am besten aus Fig. 8 hervorgeht und wie nachstehend noch näher erläutert wird, kann das fünfschichtige Paket als kontinuierlicher Streifen hergestellt werden, um so eine wirtschaftliche Massenproduktion zu erleichtern.

Wie bei den schon früher beschriebenen Membransätzen 114 und 214 werden die Ränder der Blätter aus porösem Versteifungsmaterial 334 mittels Aufbringen eines Klebstoffes 336 auf benachbarte Ränder der halbdurchlässigen Membranblätter 338 aufgeklebt. Zusätzlich dazu werden in diesem Membransatz 314 die oberen und unteren Ränder der Blätter 334 auf die äußeren Seitenwände jedes rohrförmigen Dornsegmentes 342 aufgeklebt. Die sechs rohrförmigen Dornsegmente 342 werden in ihren gezeigten Stellungen durch die Verwendung von geeigneten Feststell- oder Klemmvorrichtungen an ihren oberen oder unteren Enden festgehalten, wie schon bei den Membransätzen 114 und 214. Wie Fig. 10 zeigt, ist ein oberer Deckel 346 vorgesehen, welcher auf geeignete Weise an die oberen Enden der sechs rohrförmigen Segmente 342 angeklebt werden kann. Dieser Deckel verhindert jegliches Eindringen des zugeführten Fluidumgemisches in die oberen Enden der rohrförmigen Segmente. Auf Wunsch kann der Deckel 346 mit einer Anzahl auf seiner Unterseite verlaufenden Rippen (nicht dargestellt) versehen werden, mittels welcher die rohrförmigen Segmente 342 in der in Fig. 9 gezeigten Weise in Abstand voneinander gehalten werden könnten.

Die Arbeitsweise des spiralförmigen Membransatzes 314 ist im allgemeinen die gleiche, wie schon weiter oben erläutert wurde. Das eintretende zugeführte Fluidum

dumgemisch dringt in den Trennapparat ein und strömt normalerweise durch die von den spiralförmigen Windungen des gitterförmigen Materials 344 gebildeten Durchgänge nach unten. Die ausgewählte Fluidumkomponente dringt durch die seitlich angeordneten halbdurchlässigen Membranblätter 348 durch und gelangt in die Fluidumdurchgänge, welche durch die Blätter aus porösem Versteifungsmaterial 334 gebildet werden. Das im Material 334 ankommende Fluidum wird spiralförmig nach innen in den Dorn 326 geleitet, wo es in die länglichen Durchgänge 325 gelangt, und zwar durch die in den Enden der rohrförmigen Segmente 342 angeordneten Löcher 347.

Der Membransatz 314 eignet sich besonders gut zur wirtschaftlichen Massenproduktion, wozu auch eine einfache Montage gehört. Wie aus Fig. 8 hervorgeht, werden acht breite oder große Zuführrollen für Blattmaterial verwendet, welche die fünf Blätter in den Spalt zwischen zwei Druckrollen 370 führen, wo dann ein fünfschichtiges Paket 368 entsteht. Das Blatt aus gitterförmigem Material 344 liegt im Zentrum der fünf Blätter, und zwar mit Blättern aus halbdurchlässigem Membranmaterial 338 unmittelbar oberhalb und unterhalb und Blättern aus porösem Versteifungsmaterial 334 entsprechend über und unter den halbdurchlässigen Membranen angeordnet, um die äußeren Schichten des fünfschichtigen Paketes 368 zu bilden. Um zu verhindern, daß Fluidum durch die Ränder der Blätter 334 eindringen kann, und um die Ränder des porösen Materials auf die Ränder der halbdurchlässigen Membranblätter 338 aufzukleben, sind zwei Klebstoffstationen 371 und 372 vorgesehen. Bei der Klebestation 371 wird ein geeigneter Klebstoff, z. B. modifiziertes Epoxyharz gemischt mit einem Katalysator, auf beide Ränder des unteren Blattes 334 aufgetragen. Es wird genügend Klebstoff aufgetragen, so daß, wenn er erhärtet ist, eine vollständige Abdichtung entlang den beiden Rändern des Blattes 334 und den Rändern der unteren Oberfläche des Membranblattes 338, welches letzteres direkt darüber liegt, entsteht. Bei der Klebestation 372 wird ein ähnlicher Klebstoff auf das obere Blatt 334 aufgetragen, und zwar in genügender Menge, um auf ähnliche Weise, in erhärtetem Zustand, eine vollständige Abdichtung entlang den beiden Seitenrändern des Blattes zu bilden und um das Blatt auf die Ränder des darunterliegenden halbdurchlässigen Membranblattes 338 aufzukleben.

Es wird ein Klebstoff verwendet, z. B. modifiziertes Epoxyharz mit einem Katalyt, welches lange genug klebrig bleibt, damit keine Erhärtung eintritt, bevor der Membransatz 314 spiralförmig aufgewunden ist. Auf diese Weise bewerkstelligt der Klebstoff ebenfalls eine Abdichtung zwischen den Rändern der Blätter 334 und sämtlichen drei äußeren Oberflächen der rohrförmigen Segmente 342 entlang deren oberen und unteren Enden. Selbstverständlich sollte nicht allzuviel Klebstoff verwendet werden, da damit auch das gitterförmige Material 344 erreicht werden könnte und dabei dessen Ränder ganz oder teilweise verschlossen werden könnten.

Normalerweise verhindern die natürlichen Eigenschaften der halbdurchlässigen Membrane, daß ein Klebstoff durch sie hindurchdringen kann, so daß diese Gefahr als ausgeschaltet betrachtet werden kann, und zwar so lange, als der Klebstoff sorgfältig aufgetragen wird. Ein letzter Herstellungsschritt könnte darin bestehen, daß überschüssiges Material, sei es nun Kleb-

stoff oder Blattmaterial der einzelnen Schichten, entfernt wird, und zwar von jedem Ende des Membransatzes 314, nachdem der Klebstoff vollständig eingetrocknet ist.

Das fünfschichtige Paket 368, welches aus den zwei Rollen 370 hervorsticht, kann zwischen die rohrförmigen Segmente 343 eingeführt werden, welche letztere in einer geeigneten Aufspannvorrichtung festgehalten sind. Zweckmäßig wird jedoch eine genügende Länge für ein fünfschichtiges Paket für einen einzelnen Membransatz 314 hergestellt, und zwar als kontinuierliche Länge, und wird dann in drei parallele horizontale Streifen aufgeschnitten. Bei diesem Vorgang wird es zuerst um eine bewegliche Rolle 373 geführt, dann um eine zweite bewegliche Rolle 374 und schließlich über eine stationäre Rolle 375, wo dann die Verbindung mit dem Ende des fünfschichtigen Paketes erfolgt, und zwar mittels einer geeigneten Klemme 376, welche an einem über die Rolle 375 führenden Seil befestigt ist. Die Rollen 373 und 374 sind länglich und können dabei das fünfschichtige Paket über eine gesamte Breite abstützen. Die Rollen 373 und 374, wie aus Fig. 8 hervorgeht, sind verschiebbar montiert, und zwar beispielsweise über geeignete Seile 377 und 378, welche über stationäre Rollen 379 und 390 führen. Nachdem die Anordnung in drei Strängen des kontinuierlichen fünfschichtigen Paketes über die entsprechenden Rollen geschlungen ist, werden zweckmäßig die rohrförmigen Segmente 342 angeordnet, und zwar in Verbindung mit den mittleren Teilen jedes Stranges, um das in Fig. 8 gezeigte Gebilde darzustellen. In dieser Stellung werden die rohrförmigen Segmente 342 zusammengeklemt, und zwar an ihren beiden Enden, unter Verwendung des Deckels 346 am einen Ende, um den fertigen Dorn 326 zu bilden. Der vorstehend beschriebene Vorgang wird am besten dadurch ausgeführt, daß die Stränge in der gezeigten Weise abgestützt werden, um so den Membransatz so schnell wie möglich zu bilden.

Eine andere Methode zur Bildung des fünfschichtigen Paketes 368 nach Fig. 8 besteht darin, das Paket 368 mittels einer geeigneten Klemmvorrichtung 376 von der Zuführrolle abzuziehen. Das Paket 368 wird diagonal weggezogen, bis es die Rolle 375 erreicht, wie Fig. 5 zeigt. An dieser Stelle wird die Rolle 374, welche sich ursprünglich etwas oberhalb und links von den Druckrollen 370 befindet, wie Fig. 8 zeigt, nach unten gezogen und zieht dabei das Paket 368 mit sich, bis es die in Fig. 8 gezeigte Stellung erreicht. Wenn die Rolle 374 die gewünschte Stellung erreicht, wird die Rolle 373, welche sich ursprünglich oberhalb und seitlich der Rolle 374 befindet, und zwar auf der der Rolle 375 gegenüberliegenden Seite, in Querrichtung bewegt, wobei sie das Paket 368 mit sich zieht, bis die Rolle 373 die in Fig. 8 gezeigte Stellung erreicht. Dieser Vorgang vermeidet die Notwendigkeit, das Paket 368 um die Rolle zu schlingen, und bildet somit einen weiteren vereinfachenden Schritt in der Herstellung.

Die verschiedenen Stränge des fünfschichtigen Paketes 368 werden in einem leicht gespannten Zustand gehalten, und zwar mittels einer Spannvorrichtung, die mit den beweglichen Rollen 373 und 374 und der Klemmvorrichtung 376 gekuppelt ist. Die Spannvorrichtung ist in Fig. 8 schematisch dargestellt, und zwar durch Gewichte, welche von den mit den Rollen und der Klemmvorrichtung gekuppelten Seilen herabhängen. Selbstverständlich können auch alle anderen zweckmäßigen Spannvorrichtungen verwendet werden, und



zwar zweckmäßig solche, welche eine Längsverschiebung der von ihnen gespannten Organe zulassen.

Bevor die sechs Blätter des fünfschichtigen Paketes 368 um den fertigen Dorn 366 herumgewickelt werden, wird zweckmäßig das Ende des obersten rechten Blattes von dem aus den Druckrollen 370 hervorstehenden Paket abgeschnitten und, wenn gewünscht, mittels einer Klemmvorrichtung und einer Rolle ähnlich der Klemmvorrichtung 376 und der Rolle 375 abgestützt. Das Aufwinden des Membransatzes kann auch mit der Herstellung des fünfschichtigen Paketes synchronisiert werden, so daß ein Abschneiden nicht notwendig ist, bevor das Ganze spiralförmig aufgewunden ist.

Indem die Spannung in den Strängen des gesamten spiralförmigen Membransatzes 314 aufrechterhalten wird, ist gewährleistet, daß die verschiedenen Blätter gleichmäßig um den Dorn 326 herumgewunden werden. Bei dem in Fig. 8 dargestellten Verfahren erfolgt das Aufwinden im Uhrzeigersinne. Wenn der Aufwindvorgang fertig ist und wenn die beweglichen Rollen 373 und 374 und die Klemmvorrichtung 376 am äußeren Umfang der Spiralwindungen angeordnet sind, wird mit dem Verdrehen des Dornes 326 aufgehört, und die Blätter werden von den Rollen 373 und 374 sowie der Klemmvorrichtung 376 losgelassen. Eine lösbare Verbindung kann zwischen dem Seil 377 und der Rolle 373 vorgesehen sein (und auch zwischen dem Seil 378 und der Rolle 374), was erlaubt, die Rolle 373 axial aus den gefalteten Strängen des fünfschichtigen Paketes herauszuziehen. Es ist natürlich auch möglich, das fünfschichtige Paket 368 etwa im Scheitelpunkt des Gebildes abzuschneiden, um die bewegliche Rolle zu lösen. In letzterem Falle werden die äußeren abgeschnittenen Enden des fünfschichtigen Paketes wie auch die Enden der anderen Blätter zusammengeklebt, damit keinerlei Fluidum in oder aus den Rändern dieser Blätter dringen kann bzw. aus der äußeren Seitenfläche des spiralförmig aufgewundenen Membransatzes.

Beim Membransatz 314 ist die äußere Seitenfläche der spiralförmig aufgewundenen Membranblätter vom ein- und ausströmenden zugeführten Fluidumgemisch getrennt, wobei jedes geeignete Verfahren zur Herstellung dieser Trennung verwendet werden kann. Beispielsweise können die äußeren Enden der gitterförmigen Blätter 344 zwischen benachbarten Membranen 338 eingeklebt werden, und die Seitenflächen, des spiralförmig aufgewundenen Membransatzes können mit einem undurchlässigen Band umwunden werden, welches eine druckempfindliche Oberfläche oder klebende Eigenschaften aufweist und das an seinen vorstehenden Rändern dicht verschlossen ist. Eine ähnliche Abdichtung wie die vorerwähnte kann auch im Trennapparat 110 verwendet werden, um zu verhindern, daß das zugeführte Gemisch den Membransatz 314 umgeht.

Obwohl der Membransatz 314 als dreisträngiges, fünfschichtiges Paket dargestellt und beschrieben wurde, bei dem sechs abstehende Blätter vorhanden sind, könnte selbstverständlich auch eine größere oder kleinere Anzahl von Strängen vorhanden sein, so beispielsweise zwei oder fünf. Je größer die Anzahl der verwendeten Blätter ist, desto vorteilhafter ist das vorstehend beschriebene Verfahren, welches eine systematische, geordnete, und wirtschaftliche Herstellung eines eine Anzahl Blätter verwendenden Membransatzes erlaubt.

Eine weitere Variante eines Membransatzes ist in Fig. 11–14 dargestellt. Diese zeigen einen Membransatz

414, der einen zentralen Dorn 426 aufweist, in dem Längsdurchgänge 425 in Form einer Anzahl an seinem Umfang vorhandener Ausnehmungen vorhanden sind. Wie am besten aus Fig. 12 hervorgeht, erstreckt sich ein mehrschichtiges Blatt aus porösem Versteifungsmaterial 434 und einer Membrane 438 in jede Ausnehmung 425 des Dornes 426 hinein und ist dabei zwischen der Seitenwand der Ausnehmung und einem Einsatz 428 angeordnet, um den herum es gewickelt ist.

Die Einsätze 428 haben etwa die Form der tropfenförmigen Ausnehmungen, sind jedoch etwas kleiner, um zusammen mit dem darum herum gewickelten mehrschichtigen Blatt 468 in eine Ausnehmung 425 hineinzu passen. Die Einsätze 428 sind länglich und haben eine Länge, die etwas größer ist als die Breite der ihnen zugeordneten Blätter. Zweckmäßig sind die Ausnehmungen 425 derart gestaltet, daß, wenn die Einsätze 428 und das zugehörige Blattmaterial einmal in sie eingepaßt sind, diese nicht mehr unabsichtlich aus diesen herausgenommen werden können. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß die Ausnehmungen 425 so geformt sind, daß ein axiales Einführen notwendig ist, oder indem der Dorn aus einem geeigneten federnden Material, z. B. Kunststoff, hergestellt wird und die Einsätze 428 so ausgebildet werden, daß sie von der Seite her eingeschnappt werden können. Beim gezeigten Beispiel besteht jeder der gezeigten Einsätze 428 aus einem geeigneten Material, beispielsweise Kunststoff, und besitzt eine axial verlaufende Bohrung 449, welche auf ihrer ganzen Länge mit der äußeren Oberfläche des Einsatzes in Verbindung steht, und zwar über radial verlaufende Löcher oder Bohrungen 447. Die Löcher 447 verbinden entsprechend die einen Durchflußdurchgang bildenden Blätter aus porösem Material 434 mit der Längsbohrung 449. Die Einsätze 428 können natürlich auch aus porösem Material bestehen, z. B. aus gesintertem Metall oder starrem Kunststoffschäum.

Wie am besten aus Fig. 12 hervorgeht, ist ein dünnes Blatt aus halbdurchlässigem Membranmaterial 438 auf einer Oberfläche des Versteifungsmaterials 434 angeordnet, und zwar ist sie entlang dem oberen und unteren Rand aufgeklebt und ebenfalls zwischen die Seitenwände der Ausnehmung und den Einsatz 428 eingeklemmt. Diese Anordnung erleichtert das Durchströmen eines Fluidums aus dem Versteifungsmaterial 434 in die zentrale Bohrung 449, und zwar über die radialen Löcher 447, welche über die ganze Länge des Einsatzes 428 angeordnet sind. Ein Blatt oder eine Schicht eines gitterförmigen Materials 444 ist auf der Oberfläche eines jeden der halbdurchlässigen Membranblätter 438 angeordnet (siehe Fig. 11) und dient dazu, einen im allgemeinen vertikal verlaufenden Durchgang zu bilden, durch welchen das zugeführte Fluidumgemisch einerseits der Oberfläche des vorerwähnten halbdurchlässigen Membranblattes 438 und andererseits dem aus der benachbarten Ausnehmung 425 hervorstehenden Blatt 438 zugeführt wird. Sämtliche Ränder der mehrschichtigen Blätter 468 sind auf geeignete Weise abgedichtet, so daß keinerlei Zuführungsgemisch aus dem gitterförmigen Material 444 in sie eindringen kann.

Jeder Einsatz 428 mit seinem zugehörigen Blatt aus porösem Material 434, den zwei Blättern aus halbdurchlässigem Membranmaterial 438 und dem Blatt aus gitterförmigem Material 444 wird nachstehend als Teilmembransatz bezeichnet. Wie aus Fig. 12 hervorgeht, können jedoch mehrere Teilmembransätze zu einem ganzen Membransatz 414 zusammengesetzt wer-

den. Dazu ist es lediglich notwendig, die gewünschte Anzahl Teilmembransätze zu nehmen und sie in die entsprechenden Ausnehmungen 425 im Dorn 426 einzusetzen und dann die Anzahl mehrschichtiger Blätter spiralförmig darumzuwickeln. Die äußere Seitenfläche des Membransatzes 414 wird auf die gleiche Weise umwunden, wie bereits weiter oben in bezug auf den Membransatz 114 in Fig. 5 und 6 beschrieben wurde.

Um die oberen Enden der Längsbohrungen 449 im Innern der Ausnehmungen 425 festzumachen, wird ein geeigneter Deckel 446 am oberen Ende des Dornes 426 befestigt. Der gezeigte Deckel 446 besitzt, wie Fig. 13 zeigt, einen herabhängenden dünnwandigen Rand 448 mit genügendem Durchmesser, um eng um die Seitenfläche des Dornes 426 und die äußeren gebogenen Seitenflächen der Einsätze 428 zu passen, wenn letztere in den Ausnehmungen 425 angeordnet sind. Die Einsätze 428 können so hergestellt sein, daß sie etwas länger sind als das Membranblatt und zusammen mit dem Dorn 426 über die Membranblätter vorstehen, so daß der Deckel 446, wenn er an ihrem oberen Ende befestigt ist, auf dem Dorn 426 und dem Einsatz 428 aufliegt und die Längsbohrungen 449 gegen das zugeführte Fluidum abdichtet. Selbstverständlich könnten die Deckel auch anders ausgebildet sein. So könnte beispielsweise der Deckel 446 einen flachen kreisförmigen Kopf aufweisen und eine geeignete Anzahl nach unten abstehende tropfenförmige Zapfen aufweisen, welche in die oberen Enden der Ausnehmungen 425 zu passen hätten und dabei dichtend an die oberen Enden der Einsätze 428 anliegen müßten.

Aus der vorangehenden Beschreibung und Diskussion geht deutlich hervor, daß sich die Konstruktion des Membransatzes 414 für die Massenproduktion eignet, und zwar insbesondere wegen des relativ einfachen Abbaus der einzelnen Teilmembransätze, welche dann im Dorn 426 in einem separaten Arbeitsgang untergebracht und zum fertigen Membranansatz montiert werden können. Es sollte auch klar sein, daß diese Technik, obwohl sie mit Bezug auf den in Fig. 11-13 dargestellten Membranansatz 414, wo lediglich zwei Teilmembransätze verwendet werden, beschrieben wurde, auch Vorteile für eine vereinfachte Herstellung eines Membransatzes aufweist, welcher eine größere Anzahl von Durchflußdurchgänge bildenden Blättern aus porösem Material 434 besitzt. Um dies zu verdeutlichen, zeigt Fig. 14 einen Dorn 426', welcher an seinem Umfang in gleichmäßigen Abständen angeordnete Ausnehmungen 425' aufweist. Es ist klar, daß die gleichen Vorteile wie bei der Herstellung des Membransatzes 414 nach Fig. 11 auch erzielt werden, wenn ein Membransatz hergestellt wird, welcher einen Dorn 426 nach Fig. 14 verwendet.

Die Arbeitsweise der Trennvorrichtung ist im allgemeinen die gleiche wie früher beschrieben, und zwar unabhängig davon, ob Membransätze 114, 214, 314 oder 414 verwendet werden. Wenn beispielsweise ein Gasgemisch getrennt werden soll, wird das Gemisch im oberen Teil des Apparates 110 durch den Einlaß 115 zugeführt und fließt dann in den unteren Teil des Apparates, und zwar durch die Durchgänge, welche von dem gitterförmigen Material gebildet werden. Bei der Abwärtsbewegung durch den Apparat diffundiert ein Teil des Gasgemisches durch die Membranblätter und erreicht eventuell den axialen Kollektordurchgang in Zentrum des Dornes und verläßt den Trennapparat 110 über die untere Auslaßleitung 118. Das Zuführ-

gemisch, mit Ausnahme des diffundierten Gases bzw. der diffundierten Gase, verläßt den Apparat über den seitlichen Auslaß 124.

Die Arbeitsweise ist ganz ähnlich, wenn ein Gemisch aus mehreren Flüssigkeiten oder eine Lösung mit einem Lösungsmittel und einem darin aufgelösten Stoff getrennt werden müssen. Wenn beispielsweise im zuletzt genannten Fall frisches Wasser aus Meerwasser ausgeschieden werden soll, werden geeignete osmotische Membranen verwendet. Das Meerwasser wird über die Einlaßleitung 115 in den Apparat gepumpt, und zwar mit genügend hohem Druck. Das durchgefilterte frische Wasser verläßt den Apparat über den unteren Auslaß 118, und das eine stärkere Konzentration aufweisende Meerwasser verläßt diesen Apparat über den seitlichen Auslaß 124. Wenn beispielsweise Fruchtsaft konzentriert werden soll, wird der Fruchtsaft über die Einlaßleitung 115 in den oberen Teil des Apparates 110 eingeführt, Wasser verläßt diesen über den unteren Auslaß 118, und der konzentrierte Fruchtsaft verläßt den Apparat über den seitlichen Auslaß 124.

Obwohl die Erfindung mit Bezug auf verschiedene Ausführungsformen von Trennapparaten und Verfahren zu ihrer Herstellung beschrieben wurde, sind selbstverständlich weitere Änderungen dieser Ausführungsformen möglich, ohne vom Erfindungsgedanken abzuweichen. Solche Varianten sollen selbstverständlich als zur Erfindung gehörig betrachtet werden.

Obwohl die Beschreibung erwähnt, daß die halbdurchlässigen Membranen und das poröse Versteifungsmaterial sowie das gitterförmige Material in Form von getrennten und verschiedenen Blättern vorliegt, bevor diese Teile in den Membransatz eingeführt werden, muß dies nicht unbedingt der Fall sein, obwohl diese Form im Moment als die wirtschaftlichste betrachtet werden muß.

So kann beispielsweise eine der Schichten, z. B. die halbdurchlässige Membrane, zuerst hergestellt werden, und dann die Schicht aus porösem Material, und schließlich die Trennschicht auf diesen angeordnet werden, beispielsweise indem eine Schicht aus Schaumstoff oder ein anderes geeignetes Material extrudiert wird. Auch kann man sich vorstellen, daß in nächster Zeit das Extrudieren eines mehrschichtigen Paketes möglich ist, wobei dann eine oder mehrere Schichten dieses Paketes die Eigenschaften einer halbdurchlässigen Membrane aufweisen könnten. Im übrigen bestehen die zweischichtigen, weiter oben beschriebenen osmotischen Membranen naturgemäß aus zwei verschiedenen Blättern und können somit bereits als Paket einer Membrane und einer porösen Schicht betrachtet werden. Damit dies jedoch ohne weiteres möglich ist, sollte die Festigkeit der porösen Schicht etwas erhöht werden, so daß sie einer Druckbeanspruchung, die im Betrieb durch die Druckdifferenz auftreten kann, standhält und dabei in ihrer Ebene während des ganzen Trennvorgangs einen geeigneten Durchflußdurchgang aufrechterhält.

#### PATENTANSPRUCH I

Membranbaugruppe für eine zur Abscheidung einer Fluidumkomponente aus einer aus dieser Fluidumkomponente und aus einer zweiten Komponente bestehenden Mischung dienende Anlage, gekennzeichnet durch einen mit wenigstens einem axial verlaufenden Durchgang versehenen Dorn (26; 126; 226; 326; 426), eine Anzahl vom Dorn aus nach außen verlaufende Blätter (34, 134, 234, 334, 434) aus derart porösem Material, daß sie

einem Fluidumstrom einen Durchgang in ihren Ebenen und zum genannten axialen Durchgang des Dorns ermöglichen, ferner durch jeweils ein, wenigstens an der einen Seite jedes der porösen Blätter angeordnetes Blatt (38, 138, 238, 338, 438) aus semipermeablem Membranmaterial, welches der ersten Fluidumkomponente den Durchtritt ermöglicht, der zweiten Komponente dagegen den Durchtritt versperrt, wobei die Gruppen aus jeweils einem der erstgenannten Blätter (34 usw.) aus porösem Material zusammen mit dem damit verbundenen Blatt aus semipermeablem Membranmaterial (38 usw.) sich überlappend spiralförmig nach außen verlaufend auf den Dorn (26 usw.) aufgewickelt sind, und schließlich durch Mittel (44, 144, 244, 344, 444), welche zwischen benachbarten Spiralwindungen der genannten Blättergruppen Fluidumzufuhrdurchgänge bilden.

#### UNTERANSPRÜCHE

1. Baugruppe nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der an einer Oberfläche eines Blattes (34) aus porösem Material anliegenden semipermeablen Membranblätter (38) zur Bildung einer zweiblättrigen Schicht (30) bei zwischen den Blättern dieser Schicht angeordneten, einen Fluidumdurchgang ermöglichenden Mitteln (44) um sich selbst gefaltet ist (Fig. 2).

2. Baugruppe nach Unteranspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl zweiblättriger Membranschichten (30) vorgesehen ist, von denen jede zwischen einem aus dem porösem Material bestehenden Blätterpaar (34) angeordnet ist (Fig. 2).

3. Baugruppe nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß der Dorn (26) durch ein Hohlrohr gebildet ist, das in der Seitenwandung mit Löchern (60) versehen ist und das im Bereich dieser Löcher von einer aus dem porösen Material bestehenden Schicht (34a) umgeben ist (Fig. 2).

4. Baugruppe nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß die aus dem porösen Material bestehenden Blätter (134 in Fig. 5 und 6, 234 in Fig. 7, 334 in Fig. 9 und 10) in den Dorn (126 in Fig. 5 und 6, 226 in Fig. 7, 326 in Fig. 9) hineinlaufen.

5. Baugruppe nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine aus dem porösen Material bestehende Schicht (134 in Fig. 5 und 6, 234 in Fig. 7, 334 in Fig. 9 und 10) mindestens zwei quer durch den Dorn (126 in Fig. 5 und 6, 226 in Fig. 7, 326 in Fig. 9) hindurchlaufende Blätter gebildet sind.

6. Baugruppe nach Unteranspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Blätter (134 in Fig. 5 und 6, 234 in Fig. 7, 334 in Fig. 9 und 10) in dem Dorn (126 in Fig. 5 und 6, 226 in Fig. 7, 326 in Fig. 9) vorgesehene axiale Durchgänge (125 in Fig. 5 und 6, 225 in Fig. 7) hineinlaufen.

7. Baugruppe nach Unteranspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Dorn (126, 226, 326) aus einer Vielzahl von Dornsegmenten (142, 242, 342) gebildet ist (Fig. 6, 7, 9 und 10).

8. Baugruppe nach Unteranspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dornsegmente (142, 242) durch einzelne Rohrabschnitte gebildet sind (Fig. 6 und 7).

9. Baugruppe nach Unteranspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dornsegmente (342) jeweils selbst rohrförmig ausgebildet sind.

10. Baugruppe nach Unteranspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dornsegmente (342) jeweils durch

poröse Rohre mit im wesentlichen dreieckiger Querschnittsform gebildet sind (Fig. 9 und 10).

11. Baugruppe nach Unteranspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die im wesentlichen dreieckförmigen Rohre (342) in zumindest einer Seitenwand Durchlöcherungen (347) aufweisen (Fig. 9).

12. Baugruppe nach Unteranspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der an den porösen Blättern anliegenden semipermeablen Membranblätter (138 in Fig. 5 und 6, 338 in Fig. 9 und 10) ebenfalls durch den Dorn (126 in Fig. 5 und 6, 326 in Fig. 9) hindurchgeführt ist.

13. Baugruppe nach Unteranspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein eine aus dem porösen Material bestehende Schicht (134) umgebendes semipermeables Membranblattpaar (138) vorgesehen ist und daß die umgebenden Membranblätter (138) im Bereich des Dornes (126) mit Löchern (140) versehen sind (Fig. 6).

14. Baugruppe nach Unteranspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei aus dem porösen Material bestehende Schichten (334 in Fig. 9, 134 in Fig. 6, 234 in Fig. 7) durch den Dorn (326 in Fig. 9, 126 in Fig. 6, 226 in Fig. 7) quer hindurchgeführt sind, daß zwei Blätter aus semipermeablem Membranmaterial (338 in Fig. 9, 138 in Fig. 6, 238 in Fig. 7) zwischen anliegenden Blättern (334 in Fig. 9, 134 in Fig. 6, 234 in Fig. 7) angeordnet sind und daß eine Schicht (344 in Fig. 9, 144 in Fig. 6, 244 in Fig. 7) aus die genannten Zufuhrdurchgänge bildendem Material zwischen jedem dieser zweiblättrigen Membranpaare (338 in Fig. 9, 138 in Fig. 6, 238 in Fig. 7) angeordnet ist.

15. Baugruppe nach Unteranspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den genannten, aus porösem Material bestehenden Schichten (334) quer durch den Dorn (326) zusätzlich zwei Membranmaterialblätter (338) und eine dazwischenliegende Schicht aus einem Trennmaterial (344) hindurchlaufen (Fig. 9 und 10).

16. Baugruppe nach Unteranspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Dorn (326) aus einer Vielzahl von jeweils rohrförmig ausgebildeten Dornsegmenten (342) gebildet ist (Fig. 9 und 10).

17. Baugruppe nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß der Dorn (426 in Fig. 11, 426' in Fig. 14) eine Vielzahl axial verlaufender Hohlräume (425) besitzt, die jeweils nach außen hin offen sind und in die jeweils ein länglicher Einsatz (428) eingesetzt ist, wobei der Teil der porösen Blätter (434), der in den Dorn (426 bzw. 426') hineinverläuft, zwischen diesen Einsätzen (428) und den Seitenwänden der Hohlräume (425) angeordnet ist (Fig. 11 und 14).

18. Baugruppe nach Unteranspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Einsätze (428) jeweils ein axial verlaufendes Loch (449) enthalten, das mit der Seitenfläche des jeweiligen Einsatzes (428) zum Durchleiten eines Fluidums in Verbindung steht (Fig. 11 und 12).

19. Baugruppe nach Unteranspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Einsätze (428) Teil einer aus einem Stück bestehenden Unterbaugruppe ist, die ein zusammengesetztes Schichtgebilde aus einer Schicht aus porösem Material (434) und einem ebenfalls vorhandenen Blatt aus semipermeablem Membranmaterial (438) enthält, welches mit dem an der Seitenfläche des Einsatzes (428) anliegenden porösen Material (434) zusammen um den Einsatz (428) gelegt ist (Fig. 12).

20. Baugruppe nach Unteranspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schicht (444) aus einem eben-

falls porösen, einen Speisedurchgang schaffenden Material an einem der Membranblätter (438) anliegt und mit der jeweiligen Unterbaugruppe verbunden ist und daß die Kanten des porösen Blattes (434) an den Kanten des semipermeablen Membranstreifens (438) anliegen und abgedichtet sind, so daß durch sie hindurch ein Durchdringen einer Flüssigkeit verhindert ist (Fig. 12).

21. Baugruppe nach Unteranspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz (428) ein axial verlaufendes Loch (449) enthält, das mit der Seitenfläche des länglichen Einsatzes (428) hinsichtlich einer durchzuleitenden Flüssigkeit in Verbindung steht.

22. Baugruppe nach Unteranspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß eine Querschnittsabmessung eines Teiles des Einsatzes (428) eine solche Größe besitzt, daß der Einsatz (428) zusammen mit dem ihn umgebenden Schichtgebilde (434, 438) radial aus der an der Außenseite befindlichen Öffnung des Hohlraumes (425) ohne eine Verformung des Dornes (426) nicht herausziehbar ist (Fig. 11 bis 14).

23. Baugruppe nach Unteranspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsform des Einsatzes (428) weitgehend die gleiche wie die des Hohlraumes (425) ist.

24. Baugruppe nach Unteranspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsform im wesentlichen durch die Form eines Tropfens gebildet ist.

#### PATENTANSPRUCH II

Verfahren zur Herstellung einer Membranbaugruppe nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß Segmente (142 in Fig. 5 und 6, 242 in Fig. 7, 342 in Fig. 9 und 10) des Mitteldornes (126 in Fig. 5 und 6, 226 in Fig. 7, 326 in Fig. 9 und 10) auf gegenüberliegenden Seiten jeder Schicht aus porösem Material (134 in Fig. 5 und 6, 234 in Fig. 7, 334 in Fig. 9 und 10) an einer zwischen deren Enden liegenden Stelle derart angeordnet werden, daß aus der genannten Schicht (134 in Fig. 5 und 6, 234 in Fig. 7, 334 in Fig. 9 und 10) zumindest zwei Blätter gebildet werden, die vor dem spiralförmigen Aufwickeln auf den Dorn im wesentlichen radial nach außen von dem segmentförmigen Dorn (126 in Fig. 5 und 6, 226 in Fig. 7, 326 in Fig. 9 und 10) wegstehen, daß die einzelnen Segmente (142 in Fig. 5 und 6, 242 in Fig. 7, 342 in Fig. 9 und 10) zur Bildung eines zusammengesetzten Dornes (126 in Fig. 5 und 6, 226 in Fig. 7, 326 in Fig. 9 und 10) miteinander verbunden werden und daß die Blätter sich überlappend spiralförmig auf den Dorn aufgewickelt werden.

#### UNTERANSPRÜCHE

25. Verfahren nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung zwischen den über die Seitenkanten der porösen Materialschicht (134 in

Fig. 5 und 6, 234 in Fig. 7, 334 in Fig. 9 und 10) hinausstehenden Abschnitten der Segmente (142 in Fig. 5 und 6, 242 in Fig. 7, 342 in Fig. 9 und 10) vorgenommen wird.

26. Verfahren nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß ein Blätterpaar (138 in Fig. 5 und 6, 238 in Fig. 7) semipermeabler Membranen verwendet wird, die an jeder Oberfläche der porösen Schicht (134 in Fig. 5 und 6, 234 in Fig. 7) anliegen und mit dieser im allgemeinen gleichzeitig verwendet werden.

27. Verfahren nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß zwei aus dem porösen Material bestehende Schichten (334 in Fig. 9 und 10) verwendet werden, in die zwei Membranblätter eingesetzt werden, zwischen welche eine weitere Schicht aus porösem Material (344 in Fig. 9 und 10) angeordnet wird, und daß diese Schichten und Blätter zu einem im wesentlichen gleichzeitig fünf Schichten umfassenden Schichtgebilde geformt werden.

28. Verfahren nach Unteranspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß das Fünffschichtgebilde umgefaltet wird und daß zumindest vier Dornsegmente (342) derart verwendet werden, daß das Fünffschichtgebilde in den zusammengesetzten Dorn (326) insgesamt an mindestens vier Stellen zur Schaffung von vier vor dem spiralförmigen Aufwickeln im wesentlichen radial von dem Mitteldorn (326) wegstehenden Blättern hinein- und aus diesem herausläuft (Fig. 9).

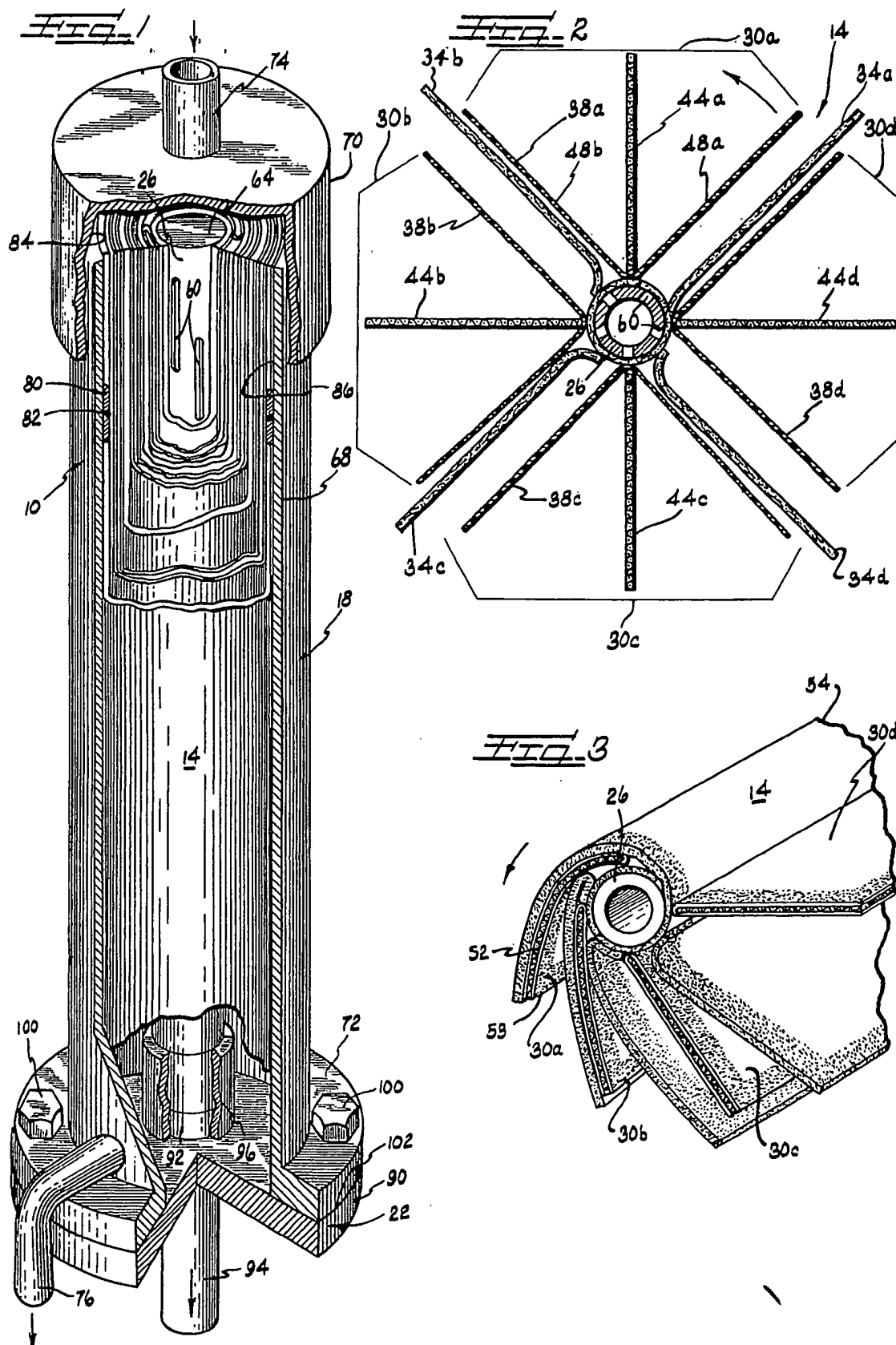
29. Verfahren nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß als Dornsegmente (326) poröse Rohre verwendet werden.

30. Verfahren nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß die Blätter während der spiralförmigen Aufwicklung unter Spannung gehalten werden.

31. Verfahren nach einem der Unteransprüche 27 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem porösen Material gebildete durchgehende Blätter (334) und zwei durchgehende Blätter (338) des semipermeablen Membranmaterials solcher Breite verwendet werden, die ungefähr gleich der Breite der verwendeten porösen Blätter (334) ist, wobei auf beide Seitenkanten jedes Blattes (334) ein Klebstoff aufgebracht wird, der die Seitenkanten jedes Blattes (334) gegenüber dem Durchdringen einer Flüssigkeit abdichtet und die an den Seitenkanten der betreffenden Blätter anliegenden Blätter (338) verbindet, und wobei ein weiteres Blatt (344) aus ebenfalls porösem, einen Speisedurchgang schaffendem Material verwendet wird und zusammen mit letzterem ein aus fünf Schichten bestehendes Schichtgebilde gebildet wird (Fig. 8).

Gulf General Atomic Incorporated

Vertreter: E. Blum & Co., Zürich



BEST AVAILABLE COPY

